

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01N 37/00

G01N 25/16

G01N 21/41



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03825441.7

[43] 公开日 2005 年 11 月 30 日

[11] 公开号 CN 1703626A

[22] 申请日 2003.9.9 [21] 申请号 03825441.7

[30] 优先权

[32] 2002.9.27 [33] JP [31] 284152/2002

[86] 国际申请 PCT/JP2003/011519 2003.9.9

[87] 国际公布 WO2004/029633 日 2004.4.8

[85] 进入国家阶段日期 2005.5.27

[71] 申请人 日本板硝子株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 山口淳 服部明彦

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

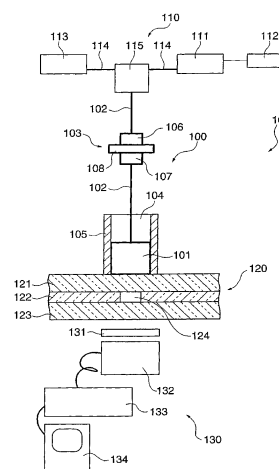
代理人 王 英

权利要求书 3 页 说明书 24 页 附图 8 页

[54] 发明名称 微量化学系统

[57] 摘要

这里提出了一种微量化学系统，它无需对准光轴和定位探测光及激励光的焦点，且能够高灵敏度地进行测量。该微量化学系统包括一个容纳样品的形成有槽的板状部件，一个激励光源，它通过会聚透镜将激励光照射在样品上；一个探测光源，它通过会聚透镜将探测光照射在热透镜上，该热透镜由照射的激励光在样品上形成；以及一个通过形成的热透镜探测被照射的探测光的探测装置。激励光源和探测光源通过光纤与会聚透镜相连，该光纤用于将激励光和探测光传播到会聚透镜。会聚透镜固定在形成有槽的板状部件上，且光纤具有一个可以将激励光源和探测光源与会聚透镜分离的接合部分。



ISSN 1008-4274

1. 一种微量化学系统包括：形成有槽的板状部件，其上配备有用于容纳样品的槽；激励光源，它通过会聚透镜将激励光照射在该样品上；探测光源，它通过该会聚透镜将探测光照射在热透镜上，其中该热透镜由该照射的激励光在样品中形成；以及探测装置，它通过形成的该热透镜探测所照射的探测光，其中，该激励光源和该探测光源通过光纤与该会聚透镜相连，该光纤用于将该激励光和该探测光传播到该会聚透镜，其特征在于：

该会聚透镜固定在该形成有槽的板状部件上，且该光纤具有可以将该激励光源和该探测光源与该会聚透镜分离的接合部分。

2. 如权利要求 1 中的微量化学系统，其中所述接合部分是设置在该光纤中的连接器。

3. 如权利要求 2 中的微量化学系统，其中所述接合部分是 FC 连接器。

4. 如权利要求 2 中的微量化学系统，其中所述接合部分设置在该光纤的一端，该光纤通过该端与该会聚透镜相连。

5. 如权利要求 4 中的微量化学系统，其中所述接合部分能够可拆装地附加在该会聚透镜上。

6. 如权利要求 5 中的微量化学系统，其中所述接合部分包括可以装配到该会聚透镜上的环形部件。

7. 如权利要求 4 中的微量化学系统，其中所述接合部分能够可

拆装地附加在该形成有槽的板状部件上。

8. 如权利要求 7 中的微量化学系统, 其中所述接合部分包括可以装配到该会聚透镜上的第一环形部件; 可以以同轴地容纳所述第一环形部件在其中的方式固定在所述第一环状部件上的第二环形部件, 且它的内缘表面上形成有环形突出部分; 以及可以以同轴地容纳该会聚透镜在其中的方式固定在该形成有槽的板状部件上的第三环形部件, 且它的外缘表面上形成有环形凹槽, 用于容纳所述环形突出部分。

9. 如权利要求 7 中的微量化学系统, 其中所述接合部分包括竖立在相对于该会聚透镜对称位置的多个销, 以及同轴地固定在该光纤上并且在与该形成有槽的板状部件相对的端面形成有多个孔的环形部件。

10. 如权利要求 1 中的微量化学系统, 其中所述接合部分能够以使得该会聚透镜的光轴和该光纤的光轴彼此同轴的方式, 实现该激励光源和该探测光源与该会聚透镜之间的连接。

11. 如权利要求 1 中的微量化学系统, 其中该激励光与该探测光的频率不同。

12. 如权利要求 1 中的微量化学系统, 其中该会聚透镜具有色差。

13. 如权利要求 1 中的微量化学系统, 其中该会聚透镜是梯度折射率透镜。

14. 如权利要求 13 中的微量化学系统, 其中该梯度折射率透镜

是具有圆柱形状的棒状透镜。

15. 如权利要求 1 中的微量化学系统，其中该形成有槽的板状部件由玻璃制成。

16. 如权利要求 1 中的微量化学系统，其中该光纤以单模将该激励光和该探测光传播到该会聚透镜。

17. 如权利要求 1 中的微量化学系统，其中该探测装置固定在该形成有槽的板状部件上与固定其上的该会聚透镜相对的表面，位于面向该形成有槽的板状部件的槽的位置。

微量化学系统

发明领域

本发明涉及一种微量化学系统。

技术背景

考虑到化学反应的速度、对使用少量样品进行反应，现场分析的需求等，到目前为止，在非常小的空间内进行化学反应的集成技术引起了人们的注意，并且在全世界，人们积极地进行研究。

所谓的微量化学系统是这种集成技术的一种例子。微量化学系统用于对液基样品(liquid-borne)上进行混合、反应、分离、萃取、探测等，其中该样品放在由小玻璃衬底等形成的非常细小的沟槽内。在这种微量化学系统内进行的反应的例子包括，重氮化反应、硝化反应、抗原—抗体反应。此外，萃取/分离的例子包括溶剂萃取、电泳分离和柱式分离(column separation)。微量化学系统可以用于单一功能，例如只用于分离，或者用于多种功能的组合。

作为只用于以上功能中分离功能的微量化学系统的一个例子，提出了用于分析极少量蛋白质、核酸等的电泳装置（例如见，日本公开专利出版物(公开) No. H08-178897)。这种电泳装置有一个形成有槽的板状部件，它包括两个结合在一起的玻璃衬底。由于该部件是盘状的，与具有圆形或矩形横截面的玻璃毛细管的情况相比不宜破损，因此更易于操作。

在这些微量化学系统中，因为液基样品的量非常少，因此高灵敏度探测方法是必需的。作为这样的一种方法，建立了光热转换光谱分析法，它利用了非常细小的沟槽内的液基样品上所发生的热透镜效应吸收光。这种光热转换光谱分析法利用了光热转换效应，在其中光

被会聚地照射在液基样品上，在液基样品上会吸收光，并释放热能，并且该热能使溶液的温度局部升高，由此改变其折射率，因此形成了热透镜。这种光热转换光谱分析法为实现微量化学系统开辟了道路。

图 5 是一个用于解释热透镜原理的视图。

在图 5 中，激励光通过显微镜物镜会聚地照射在极少量液基样品上，由此引起光热转换效应。对于多数物质，折射率随温度升高而降低，因此在包含有液基样品的液体中，由激励光会聚地照射其上，折射率会降低，越接近会聚光的中心这种降低越大，会聚光的中心处温度的升高最大。换句话说，折射率随着远离会聚光的中心会相对地增加。这是因为，由于热扩散，温度的升高随着远离会聚光的中心会变小。从光学上讲，作为结果的折射率分布产生与凹透镜一样的效果，并因此该效应被称为热透镜效应。热透镜效应的尺寸，也就是，凹透镜的光焦度正比于液基样品的光学吸收率。此外，对于折射率随温度增加的情况，折射率的变化是相反的，并因此产生了与凸透镜相同效果的热透镜效应。

在上述的光热转换光谱分析法中，由于液体中的热扩散，可以观察到包含液基样品的液体（样品溶液）的折射率变化，并因此该方法适合探测液体中极少量样品的浓度。

在传统的光热转换光谱分析装置中，形成有槽的板状部件放置在显微镜的物镜下，且将从激励光光源输出的预定波长的激励光引入显微镜。激励光通过显微镜物镜会聚地照射在液基样品上，该样品置于形成有槽的板状部件的槽内。会聚照射的激励光的焦点位置被置于样品溶液中，并因此以该焦点位置为中心形成热透镜。

另一方面，具有与激励光不同波长的探测光从探测光光源输出，并引入显微镜。探测光穿过显微镜并从显微镜中射出，因此会聚地照射在已经由激励光在样品溶液中形成的热透镜上，并穿过样品溶液，由此发散或者会聚。从样品溶液中射出的发散或汇聚的探测光形成了

信号光。信号光穿过会聚透镜和滤波器，或者只是滤波器，再被探测器探测。探测到的信号光的强度取决于在样品溶液中形成的热透镜。也应该注意到，或者探测光可以具有与激励光相同的波长，或者激励光也可以被用作探测光。

在上述的光热转换光谱分析装置中，热透镜由此形成在激励光的焦点位置，并且既可以采用与激励光相同波长的探测光，也可以采用与其不同波长的探测光探测已形成的热透镜的折射率变化（例如见，日本公开专利出版物(公开) No. H10-232210）。

然而，对于这种光热转换光谱分析装置，光源的光学系统等、测量部分和探测部分（光电转换部分）在系统构造方面是较复杂的，因此这种装置的尺寸大，并缺少便携性。从而，存在着对于安装场所和光热转换光谱分析装置的操作有限制的问题。

另外，在该光热转换光谱分析装置中，激励光和探测光穿过空旷的空间而被引入液基样品，因此必须防止各光学系统元件，如光源、反射镜和透镜在测量的过程中移动，这样就需要一个用于固定这些元件的坚固的平台。此外，根据环境的变化，如温度的变化，激励光和探测光的光轴可能从对准位置中偏移，因此需要用于进行调整的夹持器。这些夹持器也使得光热转换光谱分析装置的尺寸变得更大，并因此缺少便携性。

另外，在采用光热转换频谱分析法的微量化学系统中，很多情况下要求激励光的焦点位置和探测光的焦点位置互不相同。

图 6A 和 6B 是这样一个视图，它用于解释热透镜形成位置和在激励光传播方向上的探测光的焦点位置。图 6A 表明了物镜具有色差的情况，而图 6B 表明了物镜没有色差的情况。

对于物镜 500 具有色差的情况，如图 6A 所示，热透镜 501 形成在激励光的焦点位置 502，而探测光的焦点位置 503 对于激励光的焦点位置 502 偏移了 ΔL 的量，使得探测光能够将热透镜 501 的折射率

变化探测为探测光焦距的变化。另一方面，对于物镜 500 没有色差的情况，如图 6B 所示，探测光的焦点位置 503 与形成在激励光的焦点位置 502 上的热透镜 501 的位置几乎完全相同。结果是，探测光不会因热透镜 501 而发生偏折，因此也不能探测到热透镜 501 的折射率的变化。

然而，显微镜的物镜通常制作成没有色差，因此出于上述原因，探测光 503 的焦点位置与在激励光的焦点位置上形成的热透镜 501 的位置几乎完全相同（图 6B）。因此不能探测到热透镜 501 的折射率的变化。这样就存在这样一个问题，即在如图 7A 或 7B 进行的每次测量中，必须将在其中形成有热透镜 501 的液基样品的位置偏离探测光的焦点位置 503，或者，在引入物镜 500 前通过使用透镜（未绘出）将探测光轻微地发散或会聚，使得探测光的焦点位置 503 偏离热透镜 501，如图 8 所示；由此，用户的工作效率较低。

本发明的目的是提供一种微量化学系统，它不需要光轴对准和设置探测光与激励光的焦点的位置，并能够高灵敏度地进行测量。

发明内容

为了达成上述目的，在本发明的第一方面，提供了一种微量化学系统，它包括一个形成有槽的板状部件，其上设置了用于容纳样品的槽；一个激励光源，它通过会聚透镜将激励光照射在样品上；一个探测光源，它通过会聚透镜将探测光照射在热透镜上，其中该热透镜通过激励光的照射形成在样品上；以及探测装置，用于通过形成的热透镜探测所照射的探测光，其中激励光源和探测光源通过光纤与会聚透镜相连，该光纤用于将激励光和探测光传播到会聚透镜，其特征在于会聚透镜固定在形成有槽的板状部件上，且光纤具有一个可以将激励光源和探测光源与会聚透镜分离的接合部分。

根据本发明的第一方面，通过接合部分可以可拆装地连接光纤。因此，对于沟槽已经污染、形成有槽的板状部件已经破损、及光纤已

经破损的情况，只需通过更换其上固定了会聚透镜的形成有槽的板状部件，就可以通过抑制液基样品的污染进行精细和准确的探测，并降低该微化学系统的运行成本。

优选的是，接合部分是一个连接器，设置在光纤的中间位置。

这样，激励光源和探测光源可以容易地连接到会聚透镜，并从会聚透镜上拆除。

更优选的是，接合部分是一个 FC 连接器。

这样，激励光源和探测光源可以容易地连接到会聚透镜，并从会聚透镜上拆除。进一步地，使得连接牢固，因此在光纤中传播的激励光和探测光的能量损失较小。

同样优选的是，在光纤的末端设置接合部分，光纤可以通过该接合部分与会聚透镜相连。

这样，可以使得接合部分的结构较简单，由此使得微量化学系统的尺寸较小。

更优选的是，接合部分可以可拆装地附加在会聚透镜上。

这样，也可以使接合部分的结构更简单，由此也可使微量化学系统的尺寸更小。

进一步优选的是，接合部分包括一个环形部件，它可以装配到会聚透镜上。

这样，也可以使接合部分的结构更简单，由此也可使微量化学系统的尺寸更小。

此外，更优选的是，接合部分可以可拆装地附加在形成有槽的板状部件上。

这样，可以使接合部分的结构更简单，由此也可使微量化学系统的尺寸更小。

更优选的是，接合部分包含一个可以装配到会聚透镜上的环形部件；一个第二环形部件，可以以将第一环形部件同轴容纳在其中的方

式固定在第一环状部件上，且它的内缘表面上形成有一个环形突出部分；以及一个第三环形部件，可以以同轴地容纳会聚透镜的方式固定在形成有槽的板状部件上，且它的外缘表面上形成有环形凹槽，用于容纳环形突出部分。

这样，也可以使接合部分的结构更简单，由此也可使微量化学系统的尺寸更小。

同样，进一步优选的是，对于会聚透镜，接合部分包含在对称位置竖立的销；以及一个环形部件，它同轴地固定在光纤上，且在其对着形成有槽的板状部件的端面上形成有一些孔。

这样，也可以使接合部分的结构更简单，由此也可使微量化学系统的尺寸更小。

同样优选的是，以会聚透镜的光轴与光纤的光轴相互同轴的方式，接合部分可以实现激励光源和探测光源与会聚透镜的连接。

这样，就不需要用于对准激励光和探测光的光轴的夹持器，这也可以使接合部分的结构更简单，由此也可使微量化学系统的尺寸更小。

同样优选的是，激励光的频率与探测光的频率不同。

这样，无需使用外部光学系统，激励光和探测光的焦点位置就可以彼此偏离，由此也可使微量化学系统的尺寸更小。

同样优选的是，会聚透镜具有色差。

这样，无需使用外部光学系统，激励光和探测光的焦点位置可以彼此偏离。

同样优选的是，会聚透镜是梯度折射率透镜。

这样，可以减小会聚透镜的尺寸，由此也可使微量化学系统的尺寸更小。

更优选的是，梯度折射率透镜是具有圆柱形状的棒状透镜。

这样，可以容易地夹持梯度折射率透镜，且光纤的光轴与梯度折

射率透镜的光轴相互可以容易地相互对准。

同样优选的是，形成有槽的板状部件由玻璃制成。

这样，形成有槽的板状部件具有较高的抗化学药品性，由此提高了微量化学系统的探测准确度。

同样优选的是，光纤以单模将激励光和探测光传播到会聚透镜。

这样，可以使由激励光形成的热透镜的尺寸更小，且没有色差，因此提高了微量化学系统的探测准确度。

同样优选的是，在朝向形成有槽的板状部件的位置，与其上固定的会聚透镜相对，探测装置固定在形成有槽的板状部件的表面上。

这样，就不需要调整会聚透镜和探测装置的位置，而且也不需要用于调整的夹持器，也可使微量化学系统的尺寸更小，此外，无论何时进行样品的分析，都能够更可靠地进行会聚透镜和与探测装置对槽的定位，由此提升了微量化学系统进行探测的复现性，并提高了其精度。

附图简述

图 1 是示意性地显示了根据本发明的第一实施例微量化学系统的结构的视图；

图 2 是示意性地显示了根据本发明的第二实施例微量化学系统的结构的视图；

图 3 是示意性地显示了根据本发明的第三实施例微量化学系统的结构视图；

图 4 是示意性地显示了根据本发明的第四实施例微量化学系统的结构的视图；

图 5 是用于解释热透镜原理的视图；

图 6A 和 6B 是用于解释热透镜形成位置，和对于沿激励光光轴方向的探测光焦点位置的视图；

图 6A 显示了物镜具有色差的情况；且

图 6B 显示了物镜没有色差的情况;

图 7A 和 7B 是用于解释热透镜形成位置,和相对于激励光光轴的探测光焦点位置的视图,其中:

图 7A 显示了形成热透镜的位置较探测光的焦点位置更靠近物镜的情况;且

图 7B 显示了形成热透镜的位置较探测光的焦点位置距离物镜更远的情况;

图 8 的视图用于解释在传统的光热转换光谱分析装置中,探测热透镜折射率变化的方法,并示出在光路中放置了凹透镜,使探测光发散,并因此使探测光焦点位置远离激励光焦点位置的情况。

发明详述

以下,将参考附图详细描述本发明的实施例。

图 1 是示意性地显示了根据本发明的第一实施例微量化学系统的结构的视图。

在图 1 中,微量化学系统 10 包括了一个形成有槽的板状部件 120,它具有一个充满了液基样品的槽;一个配备有透镜的光纤 100,它被置于形成有槽的板状部件 120 的上方,并在其一端装配了透镜;一个与配备有透镜的光纤 100 相连接的光源单元 110,用于通过该配备有透镜的光纤 100 将激励光照射在形成有槽的板状部件 120 的槽中的液基样品上,并且将探测光照射到液基样品中由激励光形成的热透镜上;以及一个探测器件 130,它置于形成有槽的板状部件 120 的下方,用于通过热透镜探测探测光,该热透镜由激励光形成在形成有槽的板状部件 120 的槽中的样品液体中。

形成有槽的板状部件 120 包括一个上层玻璃衬底 121,一个中间玻璃衬底 122,和一个下层玻璃衬底 123,它们以上述次序从配备有透镜的光纤 100 一侧依次堆叠,并用粘合剂粘结在一起。

中间玻璃衬底 122 作为形成有槽的板状部件 120 的中间层,具有

形成在其中的槽 124，当微量化学系统 10 对样品液体进行混合、搅拌、合成、分离、萃取、探测等操作时，样品液体会流过该槽。

出于耐久性和耐化学药品性方面的考虑，形成有槽的板状部件 120 的上层玻璃衬底 121、中间玻璃衬底 122 和下层玻璃衬底 123 的材料最好为玻璃。尤其是，考虑到使用了生物样品，如在 DNA 分析中的细胞样品，具有高耐酸性和耐碱性的玻璃是优选的，特别是为硼硅酸盐玻璃、碱石灰(soda lime)玻璃、铝硼硅酸盐玻璃(aluminoborosilicate glass)、石英玻璃等。然而，如果因此限制了使用，那么可以使用有机材料，如塑料制成的形成有槽的板状部件 120 作为替代。

用于将上层玻璃衬底 121、中间玻璃衬底 122 和下层玻璃衬底 123 粘结在一起的粘合剂的例子包括，有机粘合剂，如紫外线固化型粘合剂、热固化型的粘合剂、两液体固化型丙烯酸粘合剂(two-liquid-curing)和环氧树脂粘合剂；以及无机粘合剂。或者，可以通过热熔合将上层玻璃衬底 121、中间玻璃衬底 122 和下层玻璃衬底 123 熔合在一起。

配备有透镜的光纤 100 包括一个具有透明圆柱形状的梯度折射率棒状透镜 101；一个与光源单元 110 相连的光纤 102，它用于以单模传播激励光和探测光；一个通过压圈 104 固定在光纤 102 一端的环形部件 105，它用于在那里装配并固定梯度折射率棒状透镜 101；以及一个置于光纤 102 中间的 FC 连接器 103（接合部分）。

压圈 104 具有圆柱形的形状，其外直径与梯度折射率棒状透镜 101 的外直径相同，用于使光纤 102 的外直径与棒状透镜 101 的外直径相同，且使光纤 102 能够从其中插入。压圈 104 置于梯度折射率棒状透镜 101 的一个表面，并通过上述的环形部件 105 固定在梯度折射率棒状透镜 101 上。

光纤 102 可以紧密接触地固定在梯度折射率棒状透镜 101 上，或者通过压圈 104 以与梯度折射率棒状透镜 101 有间隙的方式固定。

梯度折射率棒状透镜 101 上具有一个出射表面，该出射表面与压

圈 104 相对, 该出射表面固定在上层玻璃衬底 121 与中间玻璃衬底 122 相对的侧面, 使得从梯度折射率棒状透镜 101 出射的多路激励光和探测光都可以垂直地入射到形成有槽的板状部件 120 上以进入槽 124。

梯度折射率棒状透镜 101 可以使用粘合剂直接固定在上层玻璃衬底 121 上, 或使用预定的夹持器固定。用于将梯度折射率棒状透镜 101 固定在上层玻璃衬底 121 上的粘合剂的例子包括, 有机粘合剂, 如包括紫外线固化型粘合剂、热固化型粘合剂在内的丙烯酸粘合剂, 和两液体固化型粘合剂, 和环氧树脂粘合剂, 以及无机粘合剂。

设置梯度折射率棒状透镜 101, 使得探测光的焦点位置相对于激励光的焦点位置轻微地偏离 ΔL 的量。

ΔL 的值根据对其进行测量的液基样品的厚度而改变。假设由 I_c 表示共焦长度, 当在厚度小于共焦长度的液基样品上进行测量时, 最优选的是 ΔL 等于 $\sqrt{3} \times I_c$ 。

共焦长度 $I_c(\text{nm})$ 由 $I_c = \pi \times (d/2)^2 / \lambda_i$ 给出。这里, d 表示艾里斑(airy disk), 它由 $d = 1.22 \times \lambda_i / \text{NA}$ 给出, λ_i 表示激励光的波长(nm), 且 NA 表示梯度折射率棒状透镜 101 的数值孔径。在使用光纤 102 的情况中, 从光纤 102 出射的光的数值孔径较小, 因此, 当使用具有大数值孔径的棒状透镜时, 需要在共焦长度的计算中使用光纤 102 的数值孔径。

ΔL 的值表示探测光焦点位置与激励光焦点位置的差异, 因此无论探测光的焦距比激励光的焦距长或短, 该结果都是相同的。

将梯度折射率棒状透镜 101 构造为使得从其中心轴的位置起, 在径向上折射率可以连续地变化, 该中心轴在纵向延伸。这种棒状透镜被认为是一种聚光透射体, 它被构造成使得在径向方向上与中心轴相距 r 的位置上的折射率 $n(r)$, 可以近似由 r 的二次方程给出:

$$n(r) = n_0 \{1 - (g^2/2) \times r^2\},$$

其中, n_0 表示中心轴处的折射率, 而 g 表示二次分布常数。

如果梯度折射率棒状透镜 101 的长度 z_0 在范围 $0 < z_0 < \pi/2g$ 内选择, 那么即使梯度折射率棒状透镜 101 具有扁平的端面, 该梯度折射率棒状透镜 101 将具有与普通凸透镜相同的成像特性; 当平行光束入射到梯度折射率棒状透镜 101 上时, 将在与梯度折射率棒状透镜 101 的出射端面相距 s_0 的位置上, 由平行入射光束形成焦点, 这里

$$s_0 = \cot(gz_0)/n_0g。$$

例如, 这种梯度折射率棒状透镜 101 可以使用如下的方法制造。

棒状体由玻璃形成, 该玻璃具有作为主要成分的 57mol% 到 63mol% 的 SiO_2 , 17mol% 到 23mol% 的 B_2O_3 , 5mol% 到 17mol% 的 Na_2O , 以及 3mol% 到 15mol% 的 Tl_2O , 然后该玻璃棒在如硝酸钾的离子交换介质中进行处理, 这样在玻璃中的铊离子和钠离子与离子交换介质中的钾离子间进行离子交换, 并因此在玻璃棒中产生这样一种折射率分布, 其中折射率随玻璃棒的中心轴径向向外而降低。

因为梯度折射率棒状透镜 101 的表面是扁平的, 因此它可以容易地附加在光纤 102 的端部上, 并且梯度折射率棒状透镜 101 的光轴和光纤 102 的光轴可以相互容易地对准。

梯度折射率棒状透镜 101 连接在传播激励光和探测光的光纤 102 的一端; 结果是, 不需要在每次测量时, 对激励光和探测光的光轴与梯度折射率棒状透镜 101 的光轴进行调整, 并且用于对准光轴的夹持器和预定坚固平台也不是必需的, 因此可以提高用户的工作效率, 并且使微量化学系统的尺寸更小。

FC 连接器 103 包括 FC 连接插头 106 和 107、适配器 108, 它可以使 FC 连接插头 106 和 107 可以可拆装地与其连接。FC 连接插头 106 和 107 中的每个都包括一个直径为 2.5mm 的圆柱形压圈, 它可以使光纤 102 沿其中心轴连接, 以及一个螺母, 它可以同轴并旋转地容纳该压圈。适配器 108 包括一个圆柱形凸缘和两个圆柱形凸出部分,

它们同轴并垂直地附加在凸缘相对的两面。两个圆柱形凸出部分的外缘形成有螺纹，它与 FC 连接插头 106 和 107 的螺母相结合。此外，凸缘和两个凸出部分形成有一个与凸缘同轴的通孔，用于在其中容纳 FC 连接插头 106 和 107 的压圈。此外，FC 连接插头 106 和 107 和适配器 108 具有附加在其上的防旋转装置，用于在旋紧结合螺母时防止插入适配器 108 通孔中的压圈旋转。

FC 插头 106 和 107 的压圈插入到适配器 108 的通孔中，并且 FC 连接插头 106 和 107 的螺母拧在适配器 108 的螺纹上，由此 FC 连接插头 106 和 107 旋紧在适配器 108 上，使得 FC 插头 106 和 107 相对的两端彼此接触，以建立光纤 102 的连接。

如上所述，通过适配器 108 固定 FC 插头 106 和 107，甚至可以在振动的环境下通过压圈保持光纤的连接。此外，由于 FC 插头 106 和 107 使用上述的螺母与适配器 108 连接，所以 FC 插头 106 和 107 可以容易地固定在适配器 108 上，或从其上拆除。FC 连接器 103 的耐用性可以保证达到 1,000 次的安装或拆除。

由于在光纤 102 的中间设置了 FC 连接器 103，造成通过光纤 102 传播的激励光和探测光的插入损耗量低至 0.3dB，通过 FC 连接器 103 的方法，使得光纤 102 能够几乎没有任何损失地传播激励光和探测光。

当使用光热转换光谱分析法探测非常少量的液基样品时，优选的是使激励光尽可能地变窄以增加其用于光热转换的能量，同时形成一个由激励光产生的热透镜，使得该热透镜没有像差。光纤 102 优选以单模传播激励光和探测光。

由于光纤 102 采用单模，且从光纤 102 出射的光将始终具有高斯分布，因此激励光焦点的尺寸将较小。此外，对于由激励光产生的热透镜有较小尺寸的情况，为了使穿过热透镜的探测光量尽可能的高，优选的是使探测光尽可能地变窄。从这个观点看来，对于光纤 102 优

选的也是以单模传播激励光和探测光。

只要是可传输激励光和探测光，可以采用当前任何型式的光纤作为光纤 102。然而，对于采用多模光纤的情况，出射光将不具有高斯分布，并且出射光的形式将根据不同的条件改变，如光纤 102 弯曲的状况，因此当然不可能获得稳定的出射光。这样，对极少量的液基样品进行测量将会较困难，此外测量值也可能不够稳定。因此，对于光纤 102 优选的是如上所述的单模光纤。

如果光纤的前端(leading end)加工为球形等形状以形成一个透镜，那么将可以使激励光和探测光变窄，而不需要在光纤的前端安装分离的透镜。然而，在这种情况下，几乎没有任何色差，因此激励光和探测光的焦点位置几乎彼此相同。这样，存在一个问题：即几乎探测不到热透镜信号。此外，对于通过加工光纤的前端形成的透镜，像差将会较高，因此也将存在一个问题是激励光和探测光的焦点较大。在本发明的第一实施例中，因此就在光纤 102 的前端安装了梯度折射率棒状透镜 101。

光源单元 110 包括一个输出激励光的激励光源 111；一个调制器 112，它与激励光源 111 相连，并对从中输出的激励光进行调制；一个探测光源，用于输出探测光，以及一个双波长复用设备 115，用于通过各自的光纤 114 与激励光源 111 和探测光源 113 相连，同时与配备有透镜的光纤 100 的光纤 102 连接在一起，用于复用从激励光源 111 输出的激励光和从探测光源 113 输出的探测光，以使激励光和探测光的复用光能够进入光纤 102 中。

在光源单元 110 中，可以使用二向色镜替代双波长复用设备 115，以复用从激励光源 111 输出的激励光和从探测光源 113 输出的探测光，以使激励光和探测光的复用光能够进入光纤 102 中。

探测器件 130 包括一个波长滤波器 131，它设置在面向形成有槽的板状部件 120 的槽 124、且与光纤 100 相对的位置上，用于分离复

合的激励光和探测光，并且有选择地只允许探测光从中穿过；一个光电转换器 132，它设置在波长过滤器 131 下方且面向槽 124 的位置，用于探测探测光；以及一个通过锁定放大器 133 与光电转换器 132 相连的计算机 134。

在探测器件 130 中，也可以在探测光光路中的光电转换器 132 的上面的位置设置一个其上形成有针孔的预定部件，使得只有部分探测光可以有选择地透射。

光电转换器 132 获得的信号被送到锁定放大器 133 中，使其与对激励光进行调制的调制器 112 同步，然后由计算机 134 对其进行分析。

根据图 1 所示的微量化学系统，设置了配备有 FC 插头 106 和 107 的 FC 连接器 103，这些插头可拆装地附加在光纤 102 的中部，因此，通过将连接在一起的 FC 插头 106 和 107 分离，能够将其上固定了梯度折射率棒状透镜 101 的形成有槽的板状部件 120 从微量化学系统 10 中拆除。结果是，对于形成有槽的板状部件 120 的槽 124 内部已经污染、形成有槽的板状部件 120 已经破损、和梯度折射率棒状透镜 101 已经破损的情况，只需要更换其上固定了梯度折射率棒状透镜 101 的形成有槽的板状部件 120，因此能尽可能地减小微量化学系统 10 的运行成本，并通过抑制液基样品的污染进行精细和准确的探测，这可以通过每当用于探测的液基样品改变时，更换其上固定了梯度折射率棒状透镜 101 的形成有槽的板状部件 120 来实现。

根据图 1 所示的微量化学系统，梯度折射率棒状透镜 101 固定在传播激励光和探测光的光纤 102 的前端，同时以面向槽 124 的方式，也固定在形成有槽的板状部件 120 的表面上。结果是，不需要调整通过光纤 102 传播的激励光和探测光的光轴和梯度折射率棒状透镜 101 的光轴，此外，也不需要调整梯度折射率棒状透镜 101 和槽 124 的位置。因此，可以无需预定夹持器和预定坚固的平台，它们用于对准激励光和探测光的光轴与梯度折射率棒状透镜 101 的光轴，或确定梯度

折射率棒状透镜 101 与槽 124 的相对位置,使得能够改进用户的工作效率、减小微量化学系统的尺寸。

根据图 1 所示的微量化学系统,穿过梯度折射率棒状透镜 101 的激励光的焦点必须在形成有槽的板状部件 120 的槽 204 中,梯度折射率棒状透镜 101 固定在与形成有槽的板状部件 120 的上层玻璃衬底 121 上,使得从梯度折射率棒状透镜 101 出射的激励光的焦距可以通过上层玻璃衬底 121 的厚度进行调整。此外,对于上层玻璃衬底 121 的厚度不足的情况,可以在梯度折射率棒状透镜 101 和上层玻璃衬底 121 间插入间隔物,使梯度折射率棒状透镜 101 和上层玻璃衬底 121 通过插入其中的间隔物相互固定,由此调整焦距。对于以这种方式事先将激励光的焦点位置固定在形成有槽的板状部件 120 的槽 124 中的情况,后续对焦距的调整变得不必要了,因此也可减小微量化学系统的尺寸。

虽然在本发明的第一实施例中,FC 连接器 103 设置在光纤 102 的中间,但这并不是限制性的,可以使用 D-4 型连接器、ST 型连接器、FDDI-MIC 型连接器和 ESCON 型连接器替代 FC 连接器 103。

图 2 是示意性地显示了根据本发明的第二实施例的微量化学系统的结构的视图。

在图 2 中,根据第二实施例的微量化学系统 20 基本上与图 1 所示的微量化学系统 10 具有相同的结构。因此,同样的元件由相同的参考标记表示,并省略了对这些元件的完全相同的描述。以下将给出对不同元件的描述。

在图 2 中,微量化学系统 20 与图 1 所示的微量化学系统 10 的区别在于配备有止动器的光纤 200 替代了配备有透镜的光纤 100,以及形成有槽的板状部件 210 替代了形成有槽的板状部件 120。

该形成有槽的板状部件 210 包括图 1 中出现的形成有槽的板状部件 120,和一个具有与图 1 中出现的梯度折射率棒状透镜 101 相同的

形状、尺寸和特性的梯度折射率棒状透镜 211。梯度折射率棒状透镜 211 的出射端表面固定在上层玻璃衬底 121 与中间玻璃衬底 122 相对的表面,以使得从梯度折射率棒状透镜出射的激励光和探测光垂直地入射到上层玻璃衬底 121、中间玻璃衬底 122 和下层玻璃衬底 123 中的每一者,以便进入槽 124 中。

配备有止动器的光纤 200 包括一个与双波长复用设备 115 连接的光纤 203, 和一个通过压圈 202 固定在光纤 203 前端的环形部件 201 (接合部分), 它用于将梯度折射率棒状透镜 211 装配在其上。光纤 203 具有与图 1 所示的微量化学系统 10 的光纤 102 相同的特性。

为了装配到梯度折射率透镜 211 上, 制造环形部件 201 时, 使其横截面的内直径几乎与梯度折射率棒状透镜 211 的横截面直径相同, 由此, 通过将梯度折射率棒状透镜 211 装配在环形部件 201 上, 能够可拆装地将梯度折射率棒状透镜 211 附加在其上。

根据图 2 所示的微量化学系统 20, 通过将配备有止动器的光纤 200 的环形部件 201 装配到形成有槽的板状部件 210 的梯度折射率棒状透镜 211 上, 通过光纤 203 传播的激励光和探测光的光轴与梯度折射率棒状透镜 211 的光轴彼此能够精确地对准。

根据图 2 所示的微量化学系统 20, 配备有止动器的光纤 200 的环形部件 201 可以可拆装地装配到形成有槽的板状部件 210 的梯度折射率棒状透镜 211 上。因此, 对于形成有槽的板状部件 210 的槽 124 内部已经污染和形成有槽的板状部件 210 已经破损的情况, 只需要更换其上固定了梯度折射率棒状透镜 211 的形成有槽的板状部件 210, 此外能够通过抑制液基样品的污染进行尽可能精细和准确的探测, 这可以通过每当用于探测的液基样品改变时, 更换其上固定了梯度折射率棒状透镜 211 的形成有槽的板状部件 210 来实现。

根据图 2 所示的微量化学系统 20, 梯度折射率棒状透镜 211 以面向槽 124 的方式, 固定在形成有槽的板状部件 210 的上层玻璃衬底

121 的表面上。结果是，不需要调整梯度折射率棒状透镜 211 和槽 124 的位置，因此，可以不需要预定的夹持器和预定的坚固平台，它们用于确定梯度折射率棒状透镜 211 与槽 124 的相对位置，使得能够改善用户的工作效率并减小微量化学系统的尺寸。

图 3 是示意性地显示了根据本发明的第三实施例微量化学系统的结构的视图。

在图 3 中，根据第三实施例的微量化学系统 30 基本上与图 1 所示的微量化学系统 10 具有相同的结构。因此，同样的元件是由相同的参考标记表示，并省略了对这些元件完全相同的描述。以下将给出对不同元件的描述。

在图 3 中，微量化学系统 30 与图 1 所示的微量化学系统 10 的区别在于配备有止动器的光纤 300 替代了配备有透镜的光纤 100，以及形成有槽的板状部件 310 替代了形成有槽的板状部件 120。

形成有槽的板状部件 310 包括图 1 中出现的形成有槽的板状部件 120，一个具有与图 1 中出现的梯度折射率棒状透镜 101 相同的形状、尺寸和特性的梯度折射率棒状透镜 311，和一个环形部件 312（第三环形部件）。

梯度折射率棒状透镜 311 有一个出射表面，它固定在与中间玻璃衬底 122 相对的上层玻璃衬底 121 的表面，以使得从梯度折射率棒状透镜 311 出射的激励光和探测光垂直地入射到上层玻璃衬底 121、中间玻璃衬底 122 和下层玻璃衬底 123 中的每一者，以便进入槽 124 中。

配备有止动器的光纤 300 包括一个与双波长复用器 115 连接的光纤 303，和一个通过压圈 302 固定在光纤 303 前端的环形部件 301（第一环形部件），它用于将梯度折射率棒状透镜 311 装配在其中，和一个装配在环形部件 301 上的止动器 304（第二环形部件）。止动器 304 包括一个固定在环形部件 301 上的挡圈 304a，和一个与挡圈 304a 的边缘形成一体的环形部分 304b。在环形部分 304b 的内缘表面上，

设置了唇形的环形突出部分 305，它由如橡胶的弹性部件制成。

环形部件 312 以在其中容纳梯度折射率棒状透镜 311 的方式固定在上层玻璃衬底 121 上，并在其外缘表面上形成有环形凹槽 313，用于容纳环形突出部分 305。

环形部件 301 具有空心圆柱形的形状，为了装配到梯度折射率透镜 311 上，制造环形部件 301 时，使其横截面的内直径的尺寸几乎与梯度折射率棒状透镜 311 的横截面直径相同，由此，通过将梯度折射率透镜 311 装配在环形部件 301 中，能够可拆装地将梯度折射率棒状透镜 311 附加在其上。

当将环形部件 301 装配到梯度折射率棒状透镜 311 上时，通过使止动器 304 的环形突出部分 305 容纳在环形部件 312 的环形凹槽 313 内，以便通过环形突出部分 305 支撑地环绕环形凹槽 313，从而使得配备有止动器的光纤 300 可拆装地与形成有槽的板状部件 310 结合为一体。

根据图 3 所示的微量化学系统 30，当环形部件 301 装配在梯度折射率棒状透镜 311 上时，止动器 304 装配到环形部件 312 上，使得止动器 304 的环形突出部分 305 容纳在环形部件 312 的环形凹槽 313 内，以便支撑地环绕环形凹槽 313。因此，只要通过将配备有止动器的光纤 300 的环形部件 301 装配到形成有槽的板状部件 310 的梯度折射率棒状透镜 311 上，就能够精密地将通过光纤 303 传播的激励光和探测光的光轴与梯度折射率棒状透镜 311 的光轴对准，并在精密测量中稳定地保持这些光轴的位置。

根据图 3 所示的微量化学系统 30，光纤 300 的环形部件 301 能够可拆装地装配到形成有槽的板状部件 310 的梯度折射率棒状透镜 311 上。因此，对于形成有槽的板状部件 310 的槽 124 内部已经污染和形成有槽的板状部件 310 已经破损的情况，只需要更换其上固定了梯度折射率棒状透镜 311 的形成有槽的板状部件 310，此外能够通过抑制

液基样品的污染进行尽可能精细和准确的探测，这可以通过每当液基样品改变时，更换其上固定了梯度折射率棒状透镜 311 的形成有槽的板状部件 310 来实现。

根据图 3 所示的微量化学系统 30，梯度折射率棒状透镜 311 以面向槽 124 的方式，固定在形成有槽的板状部件 310 的上层玻璃衬底 121 的表面上。结果是，不需要调整梯度折射率棒状透镜 311 和槽 124 的位置，因此，可以无需预定的夹持器和预定的坚固平台，它们用于确定梯度折射率棒状透镜 311 与槽 124 的相对位置，使得能够改善用户的工作效率并减小微量化学系统的尺寸。

在图 3 所示的微量化学系统 30 中，止动器 304 和环形部件 312 并不局限于上述的形状。

图 4 是示意性地显示了根据本发明的第四实施例微量化学系统的结构的视图。

在图 4 中，根据第四实施例的微量化学系统 40 基本上与图 1 所示的微量化学系统 10 具有相同的结构。因此，同样的元件由相同的参考标记表示，并省略了对这些元件完全相同的描述。以下将给出对不同元件的描述。

在图 4 中，微量化学系统 40 与图 1 所示的微量化学系统 10 的区别在于配备有止动器的光纤 400 替代了配备有透镜的光纤 100，形成有槽的板状部件 410 替代了形成有槽的板状部件 120，以及探测器 420 替代了探测器件 130。

该形成有槽的板状部件 410 包括图 1 中出现的形成有槽的板状部件 120，一个具有与图 1 中出现的梯度折射率棒状透镜 101 相同的形状、尺寸和特性的梯度折射率棒状透镜 411，和两个销 412。

梯度折射率棒状透镜 411 的出射端表面固定在上层玻璃衬底 121 与中间玻璃衬底 122 的相对表面 121a 上，使得从梯度折射率棒状透镜 411 出射的激励光和探测光垂直地入射到上层玻璃衬底 121、中间

玻璃衬底 122 和下层玻璃衬底 123 中的每一者，以便进入槽 124 中。

探测器 420 置于形成有槽的板状部件 410 的下方，它包括一个与图 1 所示的微量化学系统 10 的波长滤波器 131 相同的波长滤波器 421，一个与图 1 所示的微量化学系统 10 的光电转换器 132 相同的光电转换器 422，和一个与图 1 所示的微量化学系统 10 的计算机 134 相同的计算机 424，该计算机通过与图 1 所示的微量化学系统 10 的锁定放大器 133 相同的锁定放大器 423 与光电转换器 422 相连。

在面向形成有槽的板状衬底 410 的槽 124 的位置上，波长滤波器 421 的一个表面贴在下层玻璃衬底 123 的表面上，且在面向槽 124 的位置上，光电转换器 422 的一个表面贴在波长滤波器 421 的另一个表面上。

在对于梯度折射率棒状透镜 411 对称的位置竖立有销 412。

配备有止动器的光纤 400 包括一个与双波长复用设备 115 连接的光纤 405，和一个固定在光纤 405 前端的止动器 401（环形部件）。止动器 401 包括一个固定在光纤 405 上的挡圈 401a，和与一个挡圈 401a 的边缘形成一体的环形部分 401b。环形部分 401b 在其与上层玻璃衬底 121 对面的表面上形成了两个孔 402，用于在其中容纳两个销 412。此外，环形部分 401b 在其外缘表面上有通孔 403，并使通孔 403 向止动器 401 的纵向中心轴垂直地延伸到各个孔 402。可以装配在通孔 403 中的止动销(check pin)404 可拆装地附加在其上。光纤 405 具有与图 1 所示的微量化学系统 10 的光纤 102 相同的特性。

在配备有止动器的光纤 400 和形成有槽的板状部件 410 中，销 412 容纳在止动器 401 的孔 402 中，由此止动器 401 和形成有槽的板状部件 410 一体地彼此连接在一起，以便连接光纤 405 和梯度折射率棒状透镜 411，并使它们的光轴彼此对准。此外，当这样将止动器 401 和形成有槽的板状部件 410 彼此连接为一体，通过将止动销 404 装配到止动器 401 环形部分 401b 外缘表面上的通孔 403 中，销 412 可以固

定在孔 402 上。止动器 401 和形成有槽的板状部件 410 可以这样一体地彼此固定在一起，并使止动器 401 和形成有槽的板状部件 410 不会彼此分离，除非是有意拆开。

通过在止动器 401 上形成通孔 402 及销 412，并使它们尽可能具有相同的直径，光纤 405 的光轴和梯度折射率棒状透镜 411 的光轴能够彼此更精确地对准。此外，通过增加孔 402 和与其对应的销 412 的数量，它们也能够彼此更精确地对准。

根据图 4 所示的微量化学系统 40，这里没有使用任何与梯度折射率棒状透镜 411 直接接触的元件，以致使梯度折射率棒状透镜 411 出现裂纹和碎裂的可能性较小，因此防止梯度折射率棒状透镜 411 的特性受到裂纹和碎裂的影响。结果是，能够增加其上固定了梯度折射率棒状透镜 411 的形成有槽的板状部件 410 的使用次数，且这也能够降低微量化学系统 40 的运行成本，并提高进行精确分析的复现性。

根据图 4 所示的微量化学系统 40，探测器 420 的光电转换器 422 固定在形成有槽的板状部件 410 上。结果是，不需要在每次进行探测时调整光电转换器 422 的位置，因此，提高了用户的工作效率。由于可以省去用于调整位置的预定夹持器，因此可以减小微量化学系统的尺寸。此外，由于在每次进行探测时光电转换器 422 的位置不改变，因此可以提高进行精确分析的复现性。

图 4 所示的微量化学系统 40 中使用的止动器 401、孔 402 和销 412 并不局限于上述的形状。

虽然图 1 所示的微量化学系统 10、图 2 所示的微量化学系统 20 和图 3 所示的微量化学系统 30 中使用的波长滤波器 131 和光电转换器 132 没有固定在各自的形成有槽的板状部件 120、210 和 310 的下层玻璃衬底 123 上，但并非局限于此，它们也可以固定在各自的形成有槽的板状部件 120、210 和 310 的下层玻璃衬底 123 上。

虽然图 1 所示的微量化学系统 10 中的形成有槽的板状部件 120、

图 2 所示的微量化学系统 20 中的形成有槽的板状部件 210、图 3 所示的微量化学系统 30 中的形成有槽的板状部件 310 和图 4 所示的微量化学系统 40 中的形成有槽的板状部件 410 的上层玻璃衬底 121、中间玻璃衬底 122 和下部玻璃衬底 123 由玻璃制成,但是本发明并不局限于这些特定例子。

工业应用

如上述详细所述,根据本发明的微量化学系统,光纤可以通过接合部分可拆装地连接。因此,对于沟槽已经污染、形成有槽的板状部件已经破损、及光纤已经破损的情况,只需通过更换其上固定了会聚透镜的形成有槽的板状部件,就可以通过抑制液基样品的污染进行精细和准确的探测,并降低微化学系统的运行成本。

根据本发明的微量化学系统,接合部分是一个设置在光纤中间的连接器。结果是,激励光源和探测光源可以容易地连接到会聚透镜并从其上拆除。

根据本发明的微量化学系统,接合部分是一个设置在光纤的中间的 FC 连接器。结果是,激励光源和探测光源可以容易地连接到会聚透镜并从其上拆除。此外,可以使连接较牢固,因此通过光纤传播的激励光和探测光的能量损失较小。

根据本发明的微量化学系统,接合部分设置在光纤面对会聚透镜的端面,光纤通过它与会聚透镜相连。结果是,可以使接合部分的结构更简单,由此使微量化学系统的尺寸更小。

根据本发明的微量化学系统,可以可拆装地将接合部分附加在会聚透镜上。结果是,可以使接合部分的结构更简单,由此使微量化学系统的尺寸更小。

根据本发明的微量化学系统,接合部分包括一个装配到会聚透镜上的环形部件。结果是,可以使接合部分的结构更简单,由此使微量

化学系统的尺寸更小。

根据本发明的微量化学系统，可以可拆装地将接合部分附加在形成有槽的板状部件上。结果是，可以使接合部分的结构更简单，由此使微量化学系统的尺寸更小。

根据本发明的微量化学系统，接合部分构造成可以使第一环形部件装配到会聚透镜上；而使第二环形部件能够以同轴地容纳第一环形部件在其中的方式固定在第一环状部件上，在它的内缘表面上形成有环形突出部分，用于装配到第三环形部件外缘表面上形成的环形凹槽中，而第三环形部件以同轴地容纳会聚透镜在其中的方式固定在形成有槽的板状部件上。结果是，也可以使接合部分的结构更简单，由此也可以使微量化学系统的尺寸更小。

根据本发明的微量化学系统，接合部分构造成使得环形部件在其对着形成有槽的板状部件的端面上形成有孔，用于容纳竖立在于会聚透镜对称位置的销。结果是，也可以使接合部分的结构更简单，由此也可以使微量化学系统的尺寸更小。

根据本发明的微量化学系统，接合部分能够以会聚透镜光轴和光纤光轴彼此同轴的方式实现激励光源和探测光源与会聚透镜的连接。结果是，不需要用于对准激励光和探测光光轴的夹持器，可以使接合部分的结构更简单，由此也可以使微量化学系统的尺寸更小。

根据本发明的微量化学系统，激励光与探测光的频率不同，且会聚透镜具有色差。结果是，无需使用外部光学系统，激励光和探测光的焦点位置就可以彼此偏离，由此也可以使微量化学系统的尺寸更小。

根据本发明的微量化学系统，会聚透镜具有色差。结果是，无需使用外部光学系统，激励光和探测光的焦点位置就可以彼此偏离。

根据本发明的微量化学系统，会聚透镜是一个梯度折射率透镜，结果是，可以使会聚透镜的尺寸更小，由此也可以使微量化学系统的

尺寸更小。

根据本发明的微量化学系统，梯度折射率透镜是一个具有圆柱形状的棒状透镜。结果是，可以容易地夹持梯度折射率透镜，且光纤和梯度折射率透镜的光轴彼此可以容易地对准。

根据本发明的微量化学系统，形成有槽的板状部件由玻璃制成。结果是，形成有槽的板状部件具有高的抗化学药品性，由此提高了微量化学系统的探测准确度。

根据本发明的微量化学系统，光纤以单模传播激励光和探测光。结果是，可以使由激励光形成的热透镜的尺寸更小，且没有像差，因此可以进行更精确的探测。

根据本发明的微量化学系统，探测装置固定在形成有槽的板状部件表面、面向形成有槽的板状部件的槽的位置，并与其上固定的会聚透镜相对。结果是，不需要调整会聚透镜和探测装置的位置，另外，由于不需要用于调整的夹持器，因此也可以使微量化学系统的尺寸更小，此外，每次进行样品分析的时候，都能够更可靠地进行会聚透镜和与探测装置相对沟槽的定位，由此提升微量化学系统进行探测的再现性，提高了其精度。

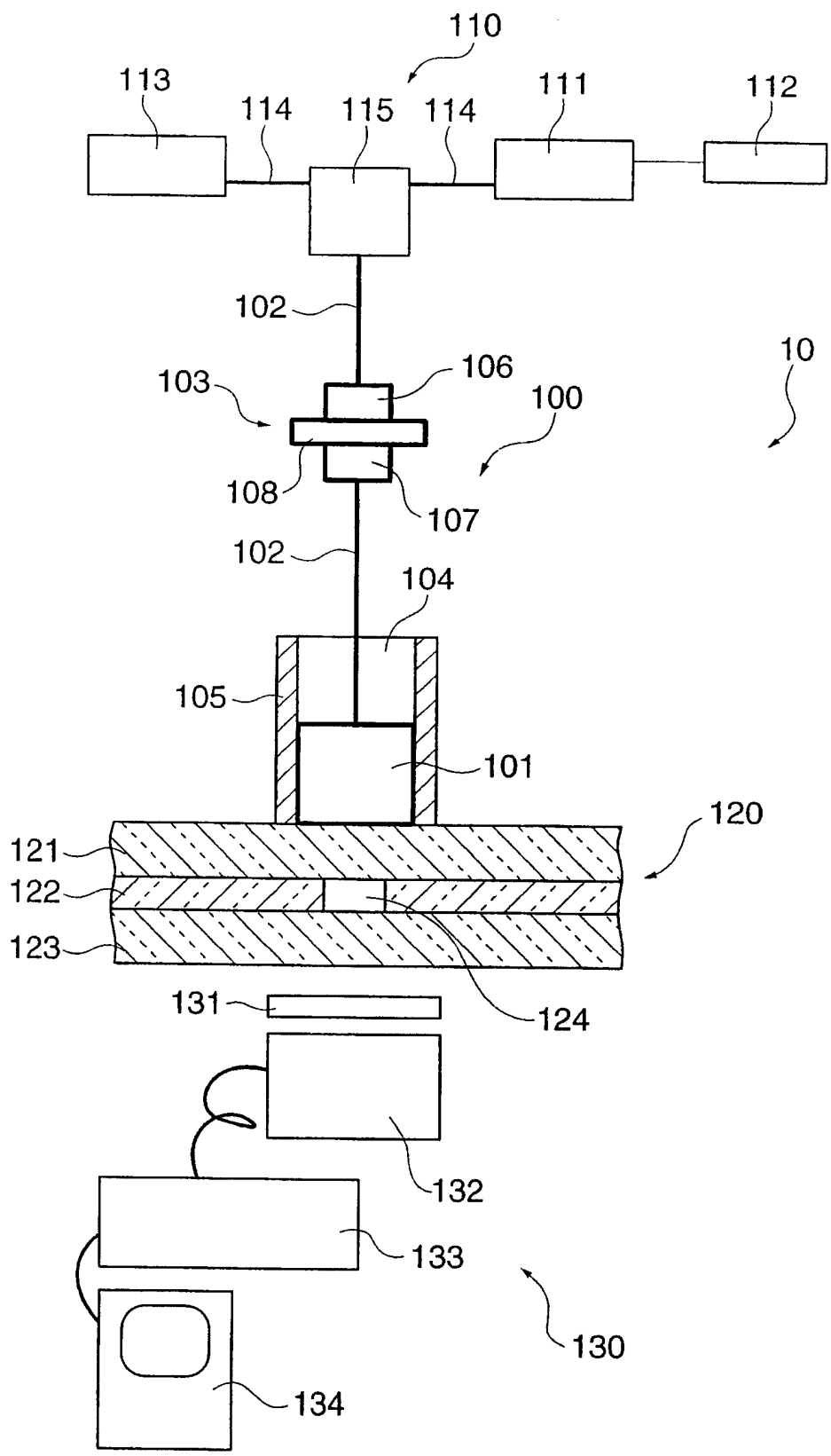


图1

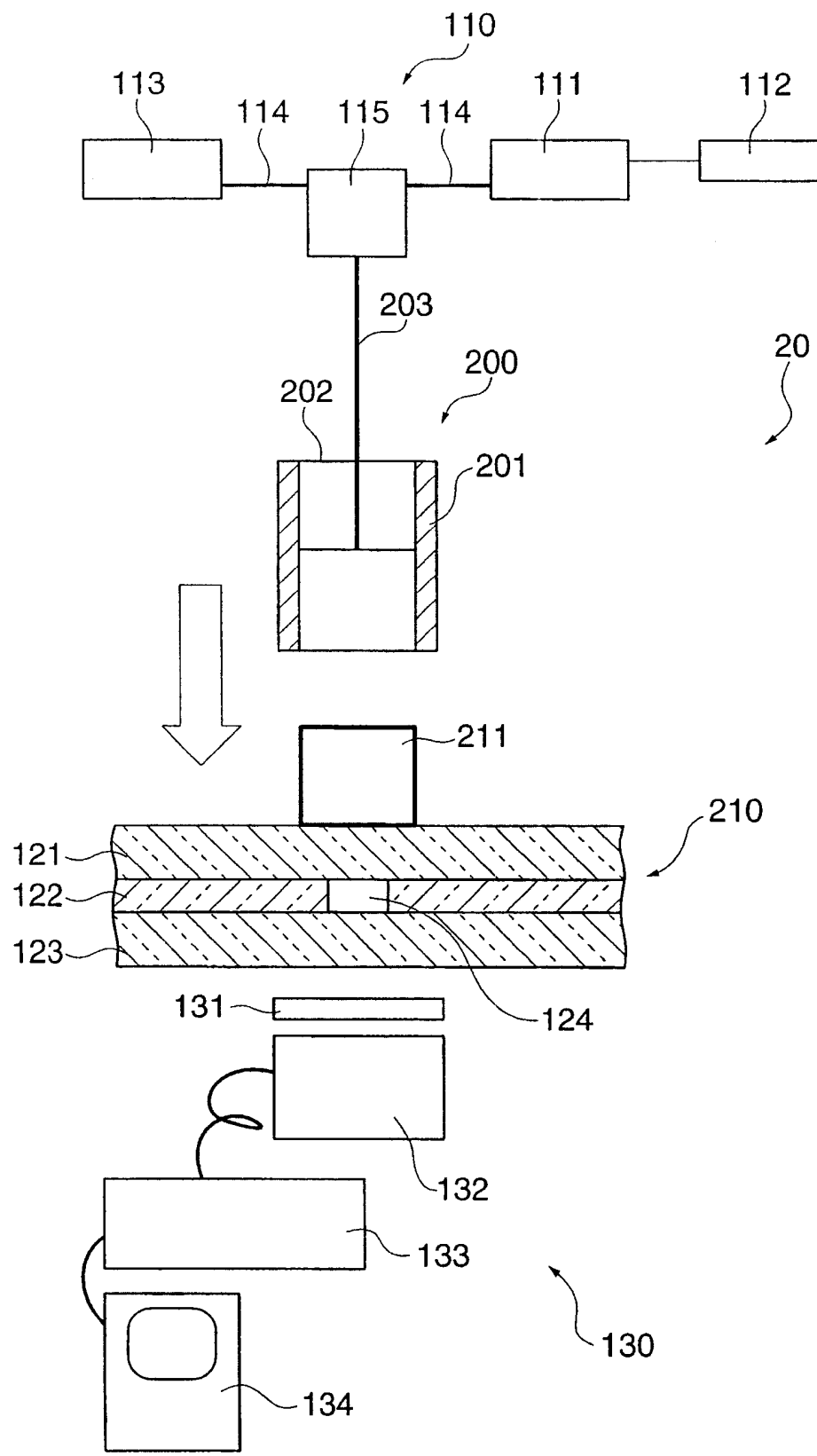


图2

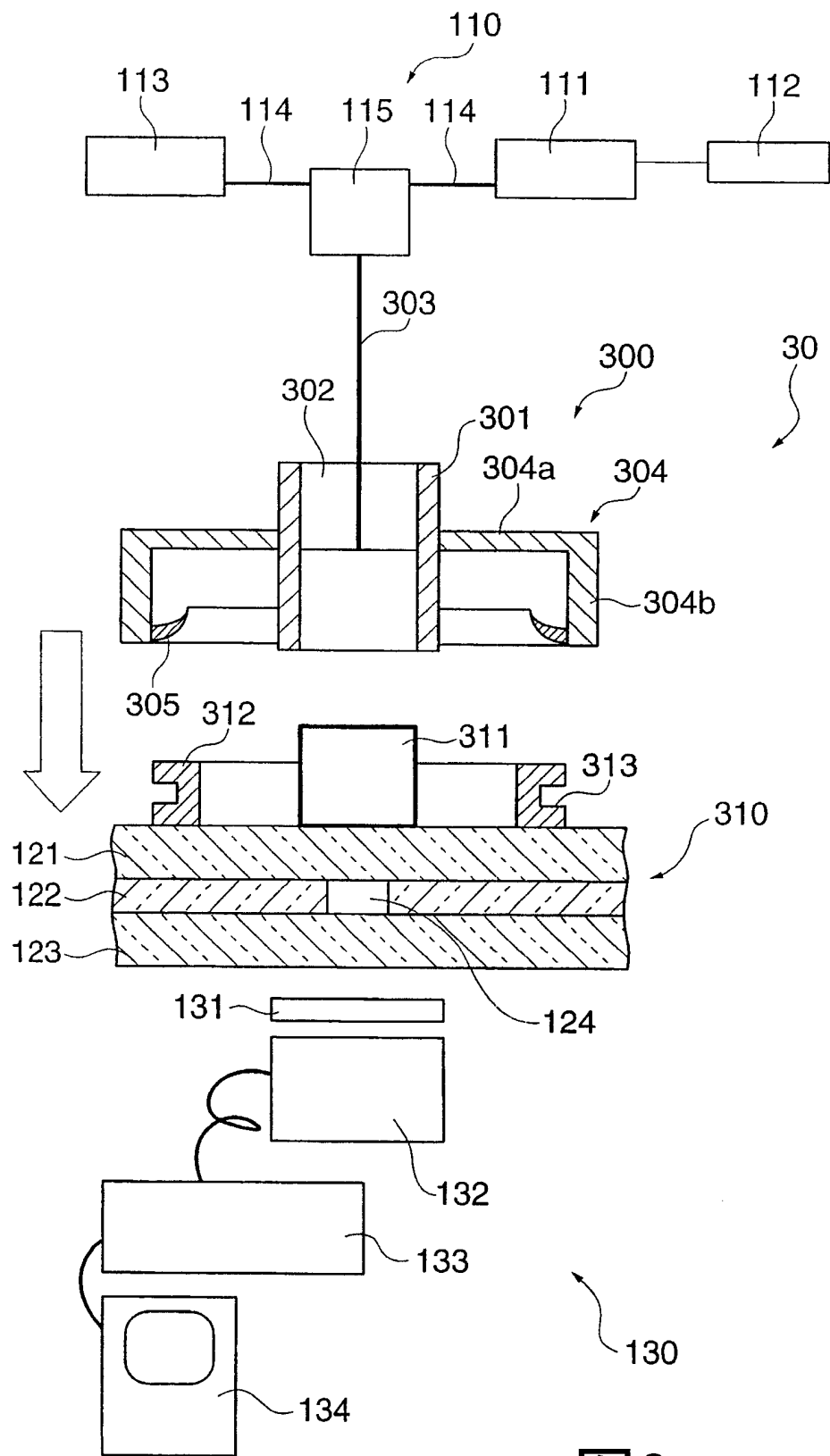


图3

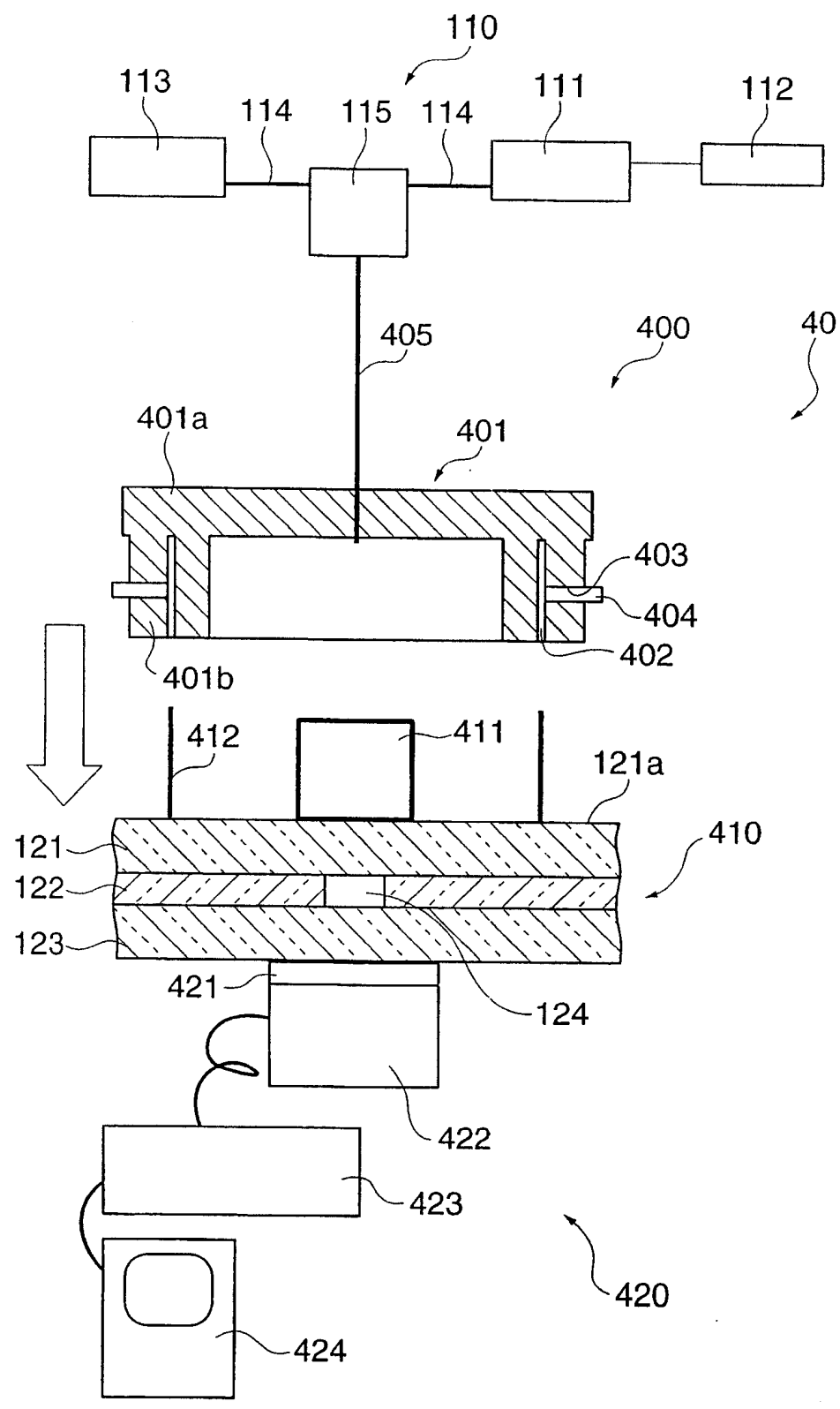


图4

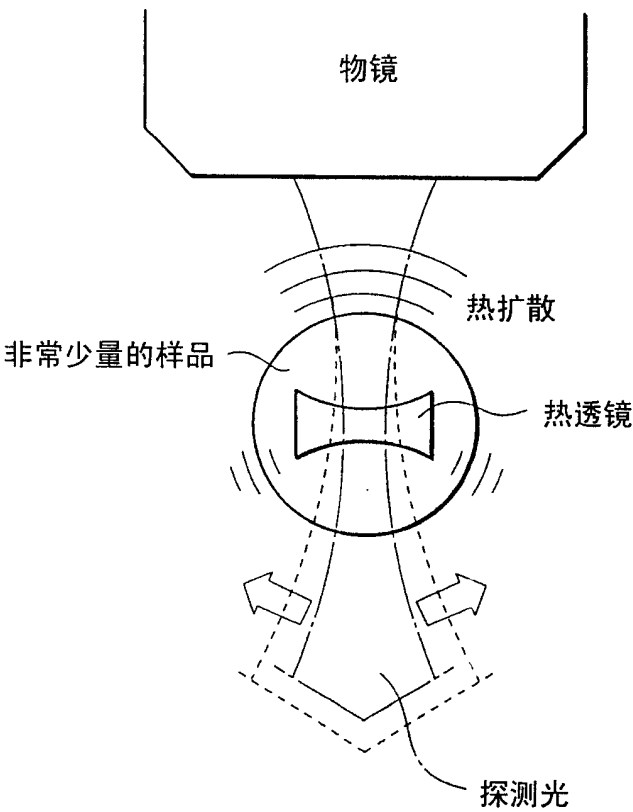


图5

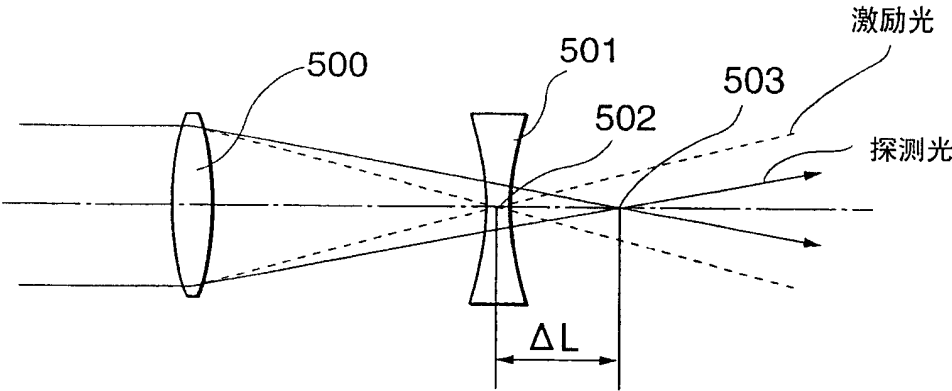


图6A

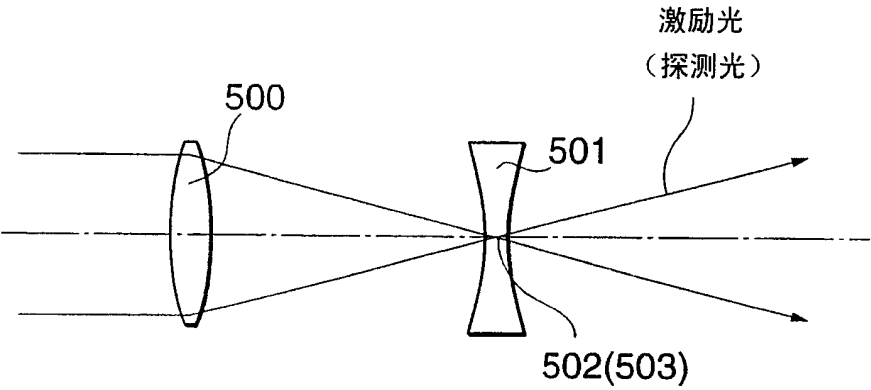


图6B

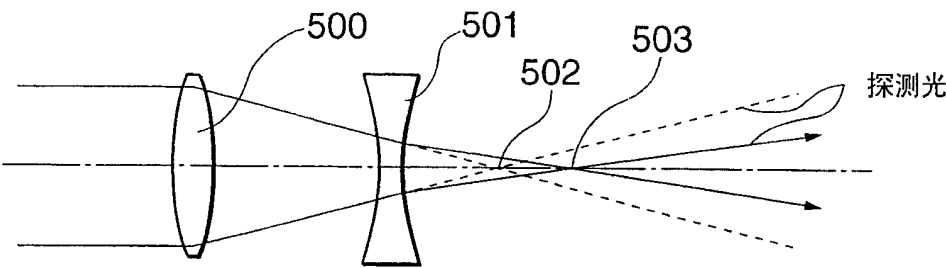


图7A

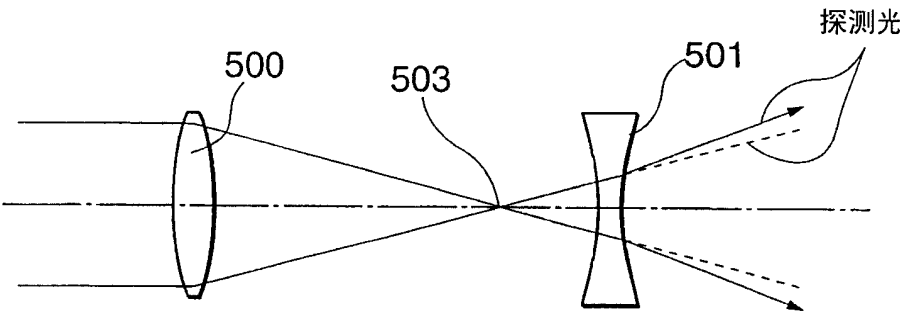


图7B

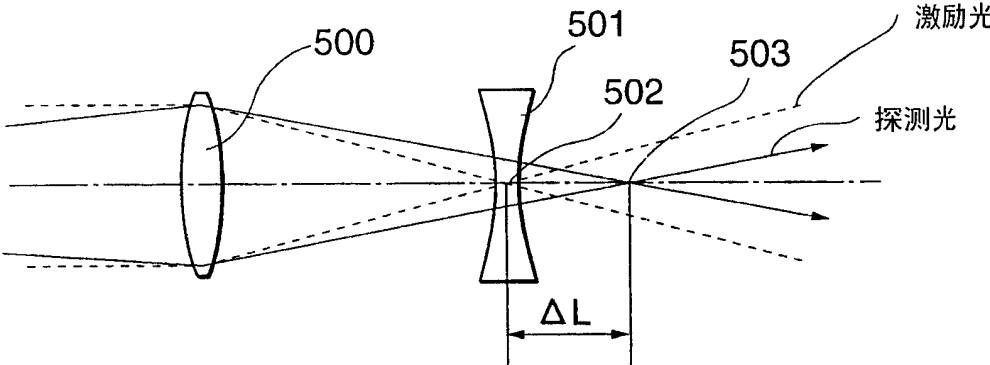


图8